



TITLE:

# Variational Bayesian Image Restoration with Transformation Parameter Estimation( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Sonogashira, Motoharu

---

CITATION:

Sonogashira, Motoharu. Variational Bayesian Image Restoration with Transformation Parameter Estimation. 京都大学, 2018, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21208>

RIGHT:

許諾条件により本文は2019-03-25に公開

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 情報 学 )	氏名	菌頭 元春
論文題目	Variational Bayesian Image Restoration with Transformation Parameter Estimation (変換パラメータ推定による変分ベイズ画像復元)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は未知の変換パラメータのある標準的な劣化モデルに基づく画像復元の問題に対して、変分ベイズを用いた統計的な同時パラメータ推定による新しい画像復元の方法論を提案しているもので、六章から構成されている。</p> <p>第一章は序論であり、本研究の概要を示し、論文の構成を説明している。</p> <p>第二章では、変分ベイズを利用した画像復元の手法を説明している。カメラの撮像系で撮影される画像は雑音やぶれなどの劣化の影響を受ける。撮像系での変位・ぶれ・口径食といった様々な光学的な効果は、画像復元の標準的なモデルにおいて異なる種類の線形画像変換を考慮することで表現できるが、そのパラメータは一般に未知である。一方、パラメータ推定のための原理に則った方法論であるベイズ推定において、複数の未知パラメータがある場合に困難となる周辺化は、変分ベイズによって近似することが可能である。画像復元に変分ベイズによる推定を導入することで、劣化のない原画像と変換パラメータを安定的に同時に推定できる。</p> <p>第三章では、多フレーム雑音除去の問題を扱っている。変分ベイズによって画像復元における自動パラメータ調整が可能であるが、従来手法は単フレーム雑音除去に重点を置いていた。達成できる画質を向上させるため、本研究では変分ベイズによる雑音除去において複数の画像の利用を提案している。これはオプティカルフローに基づく画像変形による位置合わせと復元を、一つの同時推定の枠組みの中で統合することで実現される。実験結果により、提案手法は単フレーム手法よりも効果的であり、自動パラメータ調整の優位性は保たれていることが確かめられた。</p> <p>第四章では、ぶれ除去の問題を扱っている。従来手法としては一様なぶれを仮定するシフト不変なものや特定の種類のぶれのためのシフト可変なものがあるが、非一様なぶれ一般を扱う能力は限られていた。幅広い非一様なぶれを種類に関わらず取り除くため、本研究では局所的なぶれの核からなる滑らかな場をパラメータとする、シフト可変畳み込みによるぶれのモデル化を提案している。これにより画素ごとに異なるぶれを許容して、柔軟に非一様なぶれを扱うことができる。実験においては提案手法によって複雑なぶれに対処すると同時に、従来のシフト不変および領域分割に基づくシフト可変な手法を上回り、カメラの動きぶれに特化した最先端の手法と同等の画質を、ぶれの種類を限定することなく達成できた。</p> <p>第五章では、口径食除去の問題を扱っている。撮影時に校正なしで口径食関数を推定することが研究されてきたが、雑音がないと仮定したうえで口径食の単純な逆変換に基づいていた。このため、復元の性能に限られる上、口径食推定も不安定になりやすかった。雑音があっても安定した口径食除去を行うため、本研究では自然画像についての統計的な知識を仮定し、口径食も雑音もない原画像と口径食関数を変分ベイズによって同時推定する手法を提案している。提案手法の有効性を実験により評価し、口径食と雑音の両方を取り除くことができた。また不確かな口径食関数の初期推定値に起因するアーティファクトも修正することができた。</p> <p>第六章は結論であり、論文を纏めている。</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は未知の変換パラメータを劣化モデルに含む様々な画像復元の問題を統一的に解決することを目的とし、多フレーム画像復元・ぶれ除去・口径食除去という代表的な問題に対する新たな手法、すなわち統計的推定の技法である変分ベイズに基づく画像復元の方法論を提案するものであり、得られた主要な成果は以下の通りである。

1. 画像復元の標準的な劣化モデル中の線形画像変換の種類を変えることで、未知の変換パラメータを伴う様々な画像復元の問題を統一的なベイズ推定の形で扱えることを明らかにし、劣化した画像から原画像と未知パラメータを同時推定する変分ベイズ画像復元の方法論を提案した。また実験を通して、変分ベイズによる安定した推定によって様々な画像を効果的に復元でき、特に雑音が無視できない場合や変換が複雑な場合には定性的・定量的に従来以上の高画質を達成できることを明らかにした。従来は手動で調整されていたパラメータも変分ベイズで推定することで、全パラメータの自動調整が可能となり、画像復元の実世界における応用の範囲が広がることを示した。
2. 変分ベイズ画像復元に画像間の変位を補償するための位置合わせを導入することで、複数の画像の利用による高画質な復元が可能な多フレーム雑音除去の手法を提案した。この手法によって高い画質で画像復元ができるだけでなく、安定した復元が可能であり、かつ画像復元に必要なパラメータを自動調整できることを確かめた。
3. 非一様なぶれを画素ごとの畳み込み核からなる滑らかな場によって表現することで、扱えるぶれの種類を限定しない非一様なぶれ除去の手法を提案した。実際に複雑なぶれが生じている画像に対して、ぶれの種類を予め指定することなく高い画質で画像復元ができることを示した。
4. 口径食除去にエッジ保存平滑化のための画像事前分布と変分ベイズによる推定を導入することで、口径食と雑音を同時かつ安定して取り除く口径食除去の手法を提案した。実験により、高画質の復元画像を得られるだけでなく、雑音のため不正確になった口径食推定に起因するアーティファクトも補正できることを示した。

よって本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成30年2月19日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。  
更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。  
要旨公開可能日： 年 月 日以降